

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08111551 A**

(43) Date of publication of application: **30 . 04 . 96**

(51) Int. Cl

H01S 3/08

(21) Application number: **06245239**

(22) Date of filing: **11 . 10 . 94**

(71) Applicant: **SUMITOMO METAL MINING CO LTD**

(72) Inventor: **YOSHIMURA ISAO**

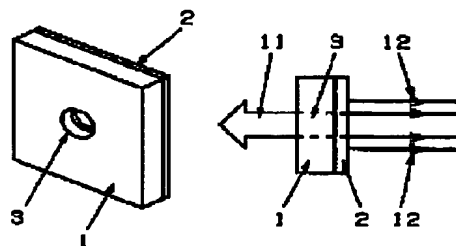
(54) **APERTURE FOR LASER AND LASER OSCILLATOR USING IT**

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain a scatteringless aperture which can be used for a pulse laser oscillator by a method wherein a reflection film is formed at least on one surface of an aperture substrate provided on a physical aperture using a dielectric multilayer film.

CONSTITUTION: Pertaining to the title aperture, a reflection film 2 is provided, using a dielectric multilayer film, on an aperture substrate 1 having a physical aperture 3. As the no-loss part of the aperture is formed by a physical opening 3, the special vapor deposition technique such as providing a film-thickness distribution is unnecessary which differ from a soft aperture, and the aperture can be formed by the formation of a dielectric multilayer film of uniform thickness using the ordinary vapor deposition method. As the dielectric of SiO_2 , Al_2O_3 and the like, with which the dielectric multilayer film is constituted, does not absorb a laser beam, the dielectric multilayer itself does not absorb a laser beam. Accordingly, as the laser beam is reflected by the dielectric multilayer film, scattering is not generated.



6, 8, 9

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-111551

(43) 公開日 平成8年(1996)4月30日

(51) Int.Cl.⁶

H01S 3/08

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H01S 3/08

Z

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全5頁)

(21) 出願番号 特願平6-245239

(22) 出願日 平成6年(1994)10月11日

(71) 出願人 000183303

住友金属鉱山株式会社

東京都港区新橋5丁目11番3号

(72) 発明者 吉村 功

東京都青梅市末広町1-6-1 住友金属

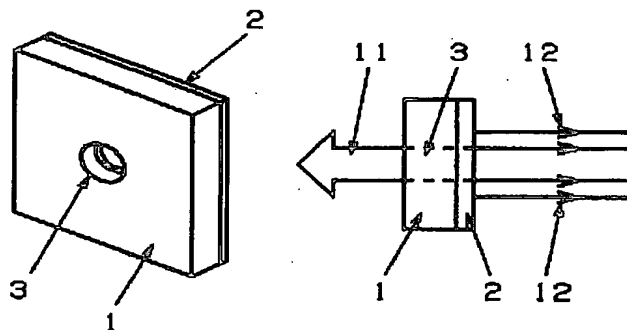
鉱山株式会社中央研究所内

(54) 【発明の名称】 レーザ用アパーチャ及びそれを用いたレーザ発振器

(57) 【要約】

【目的】 パルスレーザ発振器に使用できる散逸のないアパーチャを提供すること、高出力のレーザ発振器に使用してもバックリング等の破損のないアパーチャを提供することにある。そして上記アパーチャを用いたレーザ発振器を提供することにある。

【構成】 本発明のレーザ用アパーチャは、物理的開口を設けたアパーチャ基板と、前記アパーチャ基板の少なくとも1面に形成された誘電体多層膜による反射膜から構成する。また、高出力のレーザ発振器に用いるアパーチャは、アパーチャからの反射戻り光がレーザ素子周りのバックリングを照射しないように、上記アパーチャ基板を物理的開口の中心軸はレーザ光の光軸と同一であるがアパーチャ基板自体は前記光軸に対し垂直から所定角度傾斜した平行平板とするか、上記アパーチャ基板の少なくとも1面を反射膜を設けた有限な曲率半径を有する面とする。さらに、本発明のレーザ用アパーチャを用いたレーザ発振器では、誘電体多層膜による反射膜をレーザ素子側に向けて設置する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 高次のモードの発振を抑制するアパーチャが、物理的開口を設けたアパーチャ基板と、前記アパーチャ基板の少なくとも1面に形成された誘電体多層膜による反射膜から構成されることを特徴とするレーザ用アパーチャ。

【請求項2】 請求項1のアパーチャ基板が平行平板で、前記アパーチャ基板からの反射戻り光がレーザ素子周囲のパッキングに照射しないように、レーザ光の光軸に対し垂直から所定角度傾斜しており、物理的開口の中心軸が前記光軸と同一であることを特徴とするレーザ用アパーチャ。

【請求項3】 請求項1のアパーチャ基板の少なくとも1面が、前記アパーチャ基板からの反射戻り光がレーザ素子周囲のパッキングに照射しないように、有限な曲率半径を有しており、かつ誘電体多層膜による反射膜が前記有限な曲率半径を有する面に設けられていることを特徴とするレーザ用アパーチャ。

【請求項4】 請求項1のレーザ用アパーチャに形成された反射膜を、レーザ素子側に向けて設置したことを特徴とするレーザ発振器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、レーザ用アパーチャとそれを用いたレーザ発振器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 レーザ発振器は、レーザ光が連続的に出射される連続波レーザ発振器と間欠的に出射されるパルスレーザ発振器に分けられるが、どちらの場合もレーザ光は、切断あるいは溶接と言ったレーザ加工や光ファイバへの導光のために、光学レンズで集光されることが多い。レーザ加工はレーザ光の集光により形成された高エネルギー状態を利用する加工であるため、可能な限り微小な領域にレーザ光を集光できることが望まれている。また光ファイバから出射される光を集光する場合、コアの小さな光ファイバから出射される光の方がより微小な領域に集光できるため、コアの小さな光ファイバに集光し、そして導光することが望まれている。

【0003】 さてレーザ光を光学レンズで集光したスポットでのビーム径は、共振器内で最もビーム径が小さくなったところでのビーム径（これを以後ビームウエスト径と呼ぶ）とビーム広がり角の逆数の2乗に比例する。従って小さなビームウエスト径とビーム広がり角を持つレーザ光が集光し易いことになる。

【0004】 ビームウエスト径とビーム広がり角を小さくするためには、共振器内にアパーチャと呼ばれる光学的開口を挿入する方法がよく用いられている。アパーチャとは、光軸と垂直な断面方向に光の損失分布を設けたもので、光軸中心付近は無損失で、光軸中心より外周部になるほど損失が大きくなっているものである。前記ア

パーチャを発振器内に挿入すると、光軸中心から離れた外周部に電界分布を持つ広がり角の大きな高次の横モードの発振は阻害され、低次の横モードが発振するため、ビームウエスト径およびビーム広がり角を小さくすることができる。

【0005】 従来、アパーチャには、アルミニウムや銅等の金属板に物理的開口つまり穴を開けたハード・アパーチャと呼ばれるものや、レーザ光に対し透明なガラス基板等のアパーチャ基板に中央部は反射率がゼロで、外周部になるに従い徐々に反射率が高くなる誘電体多層膜を設けたソフト・アパーチャと呼ばれるものを、光軸に対し垂直に挿入し用いていた。

【0006】 ハード・アパーチャは、光を透過しない金属で作られているため、物理的開口部は損失がゼロで、それ以外は損失が無限大となっている。またソフト・アパーチャでは、誘電体多層膜の反射率が高くなるにつれ、レーザ光がアパーチャを透過できなくなる。従って、誘電体多層膜の反射率が高くなることは、損失も高くなることを意味する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら従来のハード・アパーチャをレーザ発振器の中でもパルスレーザ発振器に用いた場合、アパーチャの形状変化と光学部品の劣化という問題が生じる。共振器内のレーザ光はアパーチャを通過する際にアパーチャの開口部の金属材料に吸収され、そこで熱に変換されるが、パルスレーザ発振器では共振器内の発振パルスのピークパワーが高いため、アパーチャ開口部の金属材料を瞬間的に加熱しプラズマを発生させていた。

【0008】 プラズマが発生することにより開口部の金属材料は徐々に散逸していき、アパーチャの開口寸法が少しずつ大きくなっていく。アパーチャの開口寸法が大きくなるにつれ、ビームウエスト径、ビーム広がり角は大きくなり、徐々に集光性能が劣っていくという不都合が生じる。そればかりか散逸物質は部分反射鏡や全反射鏡等の光学部品に付着し、この機能を劣化させていた。よって、ハード・アパーチャを使用したレーザ発振装置は、アパーチャを使用しない装置に比較して定期点検期間が短かった。

【0009】 またソフト・アパーチャは、アパーチャ基板、誘電体膜共にレーザ光を吸収しないため、上記のようなアパーチャ材料の散逸の問題は生じないが、アパーチャ基板に光軸中心から離れるにつれて反射率が徐々に高くなる反射率分布を形成するといった特殊な蒸着技術を要し、高価なものであった。

【0010】 更に従来のアパーチャは、平行平板基板をレーザ光の光軸に対し垂直に設置しているため、反射されたレーザ光がレーザ素子に向かって戻るといった特性を有している。アパーチャにより反射されたレーザ光が全てレーザ素子に戻るのであれば悪影響は生じないが、実

際にはレーザ素子の入射端面近傍に設けてある樹脂製のパッキングにも戻っていた。

【0011】一般に、レーザ素子は水で冷却されているため、レーザ素子の周囲には水を止めるための樹脂製パッキング等が使用されている。このパッキングにレーザ光が照射された場合、レーザ発振器の出力が低出力であれば反射されるレーザ光のエネルギーも低いため問題が生じることはないが、高出力のレーザ発振器では高エネルギーのレーザ光が反射されるため、パッキング等に破損が生じることがある。パッキングの破損は、レーザ発振器が連続波レーザ発振器であれパルスレーザ発振器であれ、出力が高ければ生じる問題であり、冷却水漏れ、レーザ発振出力低下、場合によってはレーザ素子の破損を引き起こしていた。

【0012】そこで本発明の目的は、まず第1にパルスレーザ発振器に使用できる散逸のないアパーチャを提供することにある。第2に高出力のレーザ発振器に使用してもパッキング等の破損のないアパーチャを提供することにある。そして第3に上記アパーチャを用いたレーザ発振器を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のレーザ用アパーチャを、物理的開口を設けたアパーチャ基板と、前記アパーチャ基板の少なくとも1面に形成された誘電体多層膜による反射膜から構成した。

【0014】また、高出力のレーザ発振器に用いるアパーチャは、アパーチャからの反射戻り光がレーザ素子周りのパッキングを照射しないように、上記アパーチャ基板を物理的開口の中心軸はレーザ光の光軸と同一であるがアパーチャ基板自体は前記光軸に対し垂直から所定角度傾斜した平行平板とするか、上記アパーチャ基板の少なくとも1面を反射膜を設けた有限な曲率半径を有する面とした。

【0015】さらに、本発明のレーザ用アパーチャを用いたレーザ発振器では、誘電体多層膜による反射膜をレーザ素子側に向けて設置した。

【0016】

【作用】本発明のアパーチャでは、物理的開口を施したアパーチャ基板に誘電体多層膜による反射膜を施している。アパーチャの無損失部を物理的な開口により達成しているため、ソフト・アパーチャとは異なり膜厚分布を設けるような特殊な蒸着技術は不要であり、通常の蒸着方法により均一な膜厚の誘電体多層膜を形成することで、アパーチャを作製することができる。

【0017】誘電体多層膜を構成する SiO_2 や Al_2O_3 等の誘電体はレーザ光を吸収することが無いため、誘電体多層膜自体がレーザ光を吸収することはない。

【0018】誘電体多層膜の反射率は、アパーチャ基板がレーザ光を吸収する物質からなるときは、散逸を防止

するため、できるだけ高反射率であることが望まれる。それは、アパーチャ基板にまでレーザ光が到達した場合、誘電体多層膜を透過した光の強度によっては誘電体多層膜が存在しても散逸が生じるからである。レーザ光の波長が $1.06\mu\text{m}$ のNd:YAGレーザ発振器に用いる場合、アパーチャ基板が銅板のときの前記誘電体多層膜の反射率は98%以上、ステンレス板を用いたときは99%以上であるのが望ましい。

【0019】また、アパーチャ基板がレーザ光を吸収しない物質である場合は、散逸の問題は生じないため、誘電体多層膜の反射率は、レーザ発振のゲインを上回る損失を与えるに足る反射率であれば良い。ゲインは励起強度により変化するため、レーザ発振器の発振条件により誘電体多層膜の必要な最低反射率も変わってくる。誘電体多層膜の反射率はアパーチャを挿入するレーザ発振器の発振条件により適宜選ぶことになる。レーザ光を吸収しないアパーチャ基板の場合もレーザ光を吸収するアパーチャ基板の場合と同様、誘電体多層膜の反射率は、高いものほど広範囲な発振条件で用いることができるため望ましいことになる。

【0020】さらに、高出力のレーザ発振器に用いる場合には、アパーチャからの反射戻り光がレーザ素子周りのパッキングを照射しないように、アパーチャ基板の光軸からの傾斜角やアパーチャ基板のレーザ光反射面の曲率半径を適宜選ぶことにより、アパーチャからの反射戻り光の方向を従来とは別の方向へ、ずらすことができる。従って、上記手段により、アパーチャからの反射戻り光が、レーザ素子周囲のパッキングに照射され、パッキングに損傷が生じるのを防止することができる。

【0021】パッキングの直ぐ外側にはレーザ素子を保持するためのロッドホルダーと呼ばれる金属製の部品が配置してあるが、前記ロッドホルダーは水冷されているため、ロッドホルダーに反射戻り光が照射されても問題はない。前記ロッドホルダーの更に外側に反射戻り光が照射される場合は、反射戻り光の照射部に反射戻り光のエネルギーを吸収するダンパーを設けることにより、反射戻り光の弊害を排除することができる。

【0022】レーザ光は、励起されたレーザ素子を通過する際に誘導放出により増幅される。励起強度が高い場合は、不要な光軸外周部のレーザ光強度を、1回レーザ素子を通過するだけで従来のアパーチャに散逸を生じさせるに十分な値にまで増幅していた。従ってレーザ素子により増幅されたレーザ光を受けとめるためには、レーザ用アパーチャを共振器内に挿入する際、誘電体多層膜による反射膜がレーザ素子側に存在するように設置する必要がある。共振器を構成する部分反射鏡や全反射鏡からの反射光がアパーチャに散逸等の害を及ぼす場合は、アパーチャ基板の両面に誘電体多層膜による反射膜を設ける必要があるが、通常は1面で事足りる。

【0023】なお、アパーチャ基板を光軸から傾ける

か、アパーチャ基板のレーザ光反射面に曲率を設けた場合には、人体、特に目への露光防止の観点から、光路をレーザ光が透過しない物質、例えば金属材料で遮蔽することが望ましい。

【0024】

【実施例】

(実施例 1) 以下、本発明の実施例を図 1 をもとに説明する。図 1 は本発明のアパーチャを示す図である。本実施例では、アパーチャ基板 1 に基板中央に直径 5 mm の物理的開口 3 を設けた厚さ 3 mm の平行平板の石英ガラス基板を用いた。また誘電体多層膜による反射膜 2 には、 SiO_2 と Al_2O_3 を電子ビーム蒸着法により交互に積層し作製した、反射率が 99.5% 以上の膜を用いた。

【0025】本発明のレーザ用アパーチャをパルス YAG レーザ発振器内に挿入し、アパーチャの寿命や他の光学部品に与える影響を調べた。比較のため、厚さ 2 mm の銅板に直径 5 mm の物理的開口 3 を設けただけの従来のハード・アパーチャも、同一規格のレーザ発振器内に設置し試験を行った。どちらの場合も部分反射鏡に近接し、レーザ用アパーチャを設置した。また、レーザの発振条件は、レーザ出力 700 W、デューティ比 10% の条件とした。ここでデューティ比とは、レーザ光が出射している時間と出射していない時間との比であり、この比が 1 の場合を連続波発振という。

【0026】レーザ発振開始 1 時間後には従来の銅製アパーチャの表面が黒く変色し、2 時間後には開口部周辺でアパーチャ材料である銅の散逸が観測された。その間、本発明のアパーチャには何の変化も認められなかった。発振開始後約 5 時間で、従来の銅製アパーチャに最も近い配置の部分反射鏡に破損が生じた。これは、従来の銅製アパーチャからの散逸物質が原因であると考えられる。このとき、本発明によるレーザ用アパーチャ並びに他の光学部品には全く異常を認めなかった。

【0027】(実施例 2) 高出力のレーザ発振器に用いる本発明のアパーチャの実施例を図 2 を用い説明する。アパーチャ基板 1 には、基板中央に直径 5 mm の物理的開口 3 を設けた、最も厚い部分の板厚が 3 mm で、片面に曲率半径 1 m の凸面加工を施した銅板を用いた。アパーチャ基板 1 の凸面加工を施した面は、蒸着膜が強く付着するように鏡面研磨され、実施例 1 と同様の反射率 99.5% 以上の誘電体多層膜による反射膜 2 を設けた。

【0028】実施例 2 においても実施例 1 同様、パルス YAG レーザ発振器内にレーザ用アパーチャを挿入し、*

* 発振試験を行った。比較のための従来例として、平行平板の石英ガラス基板に反射率分布を設けたソフト・アパーチャを光軸に対し垂直に挿入し発振試験を行った。レーザ発振条件は、レーザ出力 930 W、デューティ比 10% とした。

【0029】レーザ発振開始 10 分後には、従来のソフト・アパーチャを用いた場合、レーザ媒質周辺の温度は 80℃ を越え、20 分後にはレーザ媒質の周辺で冷却水漏れが観測され、それに伴いレーザ出力は低下した。水漏れはレーザ素子に取り付けられたシリコン・ゴムの O-リングの破損によるものであった。

【0030】その間、本発明のレーザ用アパーチャを使用したレーザ発振器のレーザ素子周辺の温度は約 35℃ であった。この温度はレーザ用アパーチャを使用しない場合の温度と比較して差違が認められない。本発明によるレーザ用アパーチャを使用したレーザ発振器は、その後 3 時間の連続運転でも全く異常を認めなかった。

【0031】実施例 2 においては、凸面加工されたアパーチャ基板を用いたが、図 3 に示す凹面加工されたアパーチャ基板を用いたレーザ用アパーチャでも、図 4 に示すアパーチャ基板をレーザ光の光軸に対し、垂直から傾斜させたレーザ用アパーチャでも、効果は同様である。

【0032】

【発明の効果】以上のように本発明のレーザ用アパーチャは、レーザ光を吸収しない誘電体多層膜によってレーザ光を反射するため、散逸が生じることがない。しかも物理的開口を設けた基板に均一な反射率の膜を設けるだけであるため、特殊な蒸着技術を必要とせず、安価に製造することができる。また、レーザ用アパーチャにより反射されたレーザ光の反射戻り方向を変えることができるため、バックリング等に損害を与えることもない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は本発明の実施例を表す図である。

【図 2】図 2 は本発明の別の実施例を表す断面図である。

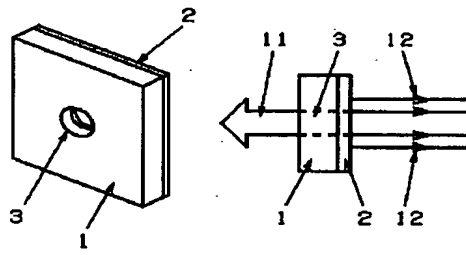
【図 3】図 3 は本発明の別の実施例を表す断面図である。

【図 4】図 4 は本発明の別の実施例を表す断面図である。

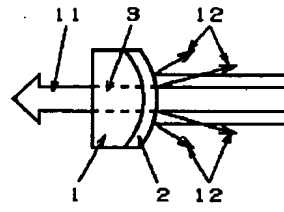
【符号の説明】

- 1 アパーチャ基板
- 2 誘電体多層膜による反射膜
- 3 物理的開口
- 11 アパーチャを通過したレーザ光
- 12 アパーチャによって反射されたレーザ光

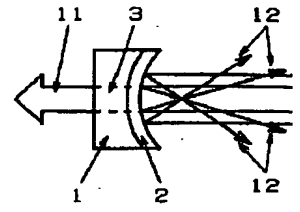
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

